

研究成果活用事業による「株式会社京都 SPACE GAMMA」の創立

—放射線高度可視化による安全・安心な放射線活用ができる社会の創設—

概要

・2017年2月4日に京都大学大学院理学研究科の谷森達教授のグループで発表された幾何光学原理に基づく核ガンマ線画像法、それ以前に発表された雑音除去法など一連の核ガンマ線法画像化測定技術(ETCC技術)を社会で活用するため、谷森達教授および高田助教が発起人として参加し、ホウ素を用いた中性子治療(BNCT)用加速器を開発している福島SIC応用技研株式会社(以下福島SIC)と共同で3月1日に株式会社京都Space Gamma(以下京都SG)を設立しました。社長には福島SIC社の石本学氏が就任し、谷森、高田は技術顧問として関与していく予定です。京都SGは、ETCC技術を応用した全く新しい癌診治療・診断装置および放射線可視化装置の開発、販売を行います。また福島SICは、超小型中性子源を用いたBNCT治療装置を開発中であり、このBNCT装置とETCCを組み合わせ、治療と診断が同一装置で可能となる世界で初めての癌治療・診断装置を製品化します。BNCT装置を用いたがん治療においては、癌細胞に集積する薬剤にB(ホウ素)の同位体である ^{10}B を添加した薬剤(ホウ素薬剤)を患者に投与し、これに低エネルギーの中性子を照射します。 ^{10}B は中性子を吸収し α 線、 ^7Li および478keVのガンマ線を発生し、同時にホウ素薬剤が集積した癌細胞を破壊します。このガンマ線の大半は体内を透過するためこのガンマ線の方向をETCCで計測、ホウ素薬剤の体内分布および中性子照射量をオンライン計測し、中性子照射位置、量を最適に制御します。このため高い安全性と治療効率を実現し、さらに治療と診断が同一装置で可能となる世界初の装置となります。図1に示すようにすでに本技術によって中性子照射による ^{10}B からの478keVガンマ線の画像化に世界で唯一成功しています。京都SGはこの成果を迅速に実用化装置に展開、福島SICのBNCT治療装置に組み込み(図2)、3年後の臨床応用実現化を目指します。また京都SGはETCC技術を応用した高精度な放射線可視化装置の製品化も行い、放射線汚染地域の除染、さらには高放射線場での廃炉作業のモニタリング、原子力施設用画像モニタリングなど放射線の安全性を強く担保する必要があるケースへの迅速な導入を進めます。

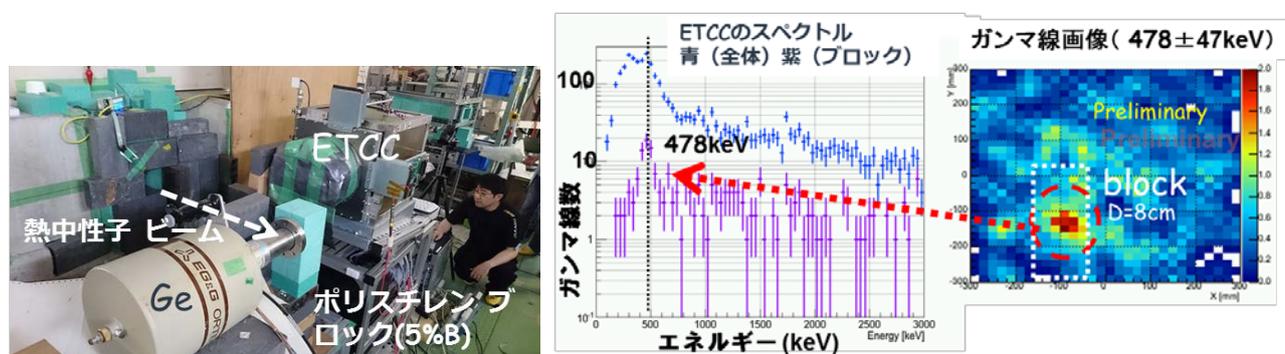


図1 左:測定の様子、中央と右、ETCCで得られたスペクトルと478keVガンマ線画像、中性子照射場所のみ光っている。また光っている箇所からのみ478keVガンマ線がスペクトルで見られる。

1. 背景

BNCT は陽子線・重粒子線治療と同じく加速器を用いたがん治療法ではありますが、これら荷電粒子の電荷損失を用いた手法と大きく異なります。BNCT では ^{10}B を含む薬剤をまず患者に投与します。この薬剤は腫瘍に特異的に集積する機能を有するため ^{10}B の腫瘍内の濃度を正常細胞より数倍以上高くします。その後、低エネルギーの中性子を荷電粒子線治療と異なり広い部位に照射すると、その中で ^{10}B が集積している箇所に大きなエネルギー投与が起こり細胞を破壊します。 ^{10}B 原子1個あたり約3MeVのエネルギーを数ミクロンの居所に集中的に投下するため細胞破壊の効率は他の粒子線治療の数倍強力です。さらに荷電粒子線治療は腫瘍をビームで焼いていく方式であり、体内である程度の大きさの腫瘍しかビーム照射ができず、転移がん細胞のような位置が不明で多数あると考えられる状態では治療を行うことができないものでした。一方、BNCTは腫瘍細胞に試薬が集中している部位は中性子で破壊されるが正常細胞は ^{10}B があまり集中していないため破壊されません。つまり腫瘍が転移し見えないような場合でも凡その場所がわかれば治療可能であり、究極の治療法の1つと考えられています。

しかし、腫瘍に試薬がどの程度集約されるかで治療効果が大きく変わってきます。現在は試薬にPET診断でよくも散られる ^{18}F を添加し、それを人体に投与し治療の前にPETで試薬の腫瘍への集中度を測定していますが、そのために別途PET施設が必要となります。また ^{18}F を添加することで試薬の特性の変化や、治療中に試薬が代謝で拡散してしまう恐れもあります。一方、本技術によって、この ^{10}B の崩壊時に出る478keVガンマ線の定量的イメージングが可能になれば照射前の試薬収集度の測定、測定途中の拡散の様子も常時測定でき、治療にフィードバック可能となります。さらに特別なPET施設も不要で、その診断だけに半日も要するような負担軽減にもなります。

さらに中性子治療施設の建設費は粒子線治療の約5分の1程度と低く、多くの施設での導入が期待できます。そのためにも試薬集中度の画像化は患者や医者への安心感増大にも不可欠となります。しかし、今まで478keVのガンマ線の定量性を保証するような高精度画像化法はなかった。現在、国内で数か所BNCT施設が稼働、建設中であるがこのようなオンライン画像診断装置を備えた施設は有りませんでした。計画中の施設も我々の装置を予定している施設のみこのような画像装置を備えた提案となっています。

2. 研究手法・成果

これまで、ガンマ線の観測技術としては、コンプトン散乱を用いたコンプトンカメラ(CC)が用いられてきましたが、原理的に高精度にガンマ線の到来方向を測定することはできませんでした。開発したETCC技術は、これまでのCCの原理に加えて、散乱電子の軌跡、エネルギーを測定することによって、幾何光学的な結像観測が可能となり、高精度にガンマ線の到来方向を測定することが可能となる技術です。本技術は、すでに2月3日に行った新聞発表でも発表しましたように世界で初めて幾何光学に基づくイメージング分光を実現、福島汚染地区で放射能の定量的画像化が可能であることを実証しています。また子飛跡で測定される複数の物理量を用いて中性子、荷電粒子、偶発事象などのガンマ線以外の雑音の除去も可能となり、図3に示すように荷電粒子線治療に近い強度の陽子線を、人体を模した水ターゲットに照射、ブラッグピークのガンマ線画像化にも世界で唯一成功しています。概要で述べた ^{10}B の画像化、さらに大強度放射線環下でのガンマ線画像化と今まで世界で困難と考えられていた2つもの問題を克服し、BNCTの定量的照射量画像モニター実現のめどが立ち、この会社設立に至ったものです。

3. 波及効果、今後の予定

粒子線治療装置、また放射線画像装置など高度な画像医療装置は装置が大きく複雑で、ベンチャー企業での開発、製造は困難であり、大企業が新製品の開発、製造を行うものと日本では一般に思われていました。しかし日本の多くの大企業は今回の ETCC のような原理が新しく他に実用化例が無い、また日本発であり外国で評価が固まっていないなどの理由で、全く世の中に無かった新しい原理の大型測定装置などを開発した例はほとんど有りませんでした。一方米国では新しい原理による最先端で複雑な装置、例えばスーパーコンピューター、PET、CT の多くはベンチャー企業が開発、研究機関に数台を納入することから始まっています。また日本の大企業ではこのような性能、品質が十分担保できない試作機を製品として納入することはこれまで有りませんでした。しかし、このような手法が新しい原理の複雑な装置を世に出していくにはこのような試作品を製品として最先端研究機関に出していくことは不可欠であり、それが可能なベンチャー企業の腕の見せ所となると思っております。しかしベンチャーといえどもかなりの投資資金が必要となり、従来の日本のベンチャーでこのような高精度かつ大規模な装置の開発を行うことは大変な困難でありました。今回は、まさしくこのような事例であり、日本が今後、本当にオリジナルなアイデアから複雑で高度な計測装置を生み出し、関連する分野全体を日本がリードしていく（例えば PET および関連医薬品、計算機 CPU と OS など）には、このようなベンチャー企業でのチャレンジが不可欠となっていくと考えています。そのためにはこのような案件に投資するベンチャーファンドの充実も不可欠と考えています。今回の起業が今後、同様な起業の発展につながり、日本から 21 世紀を牽引する産業分野が多く生まれていく先導者となれればと考えています。

4. 研究プロジェクトについて

この会社設立の基となった研究成果は

1. ETCC の基本開発は科研費の基盤 S および挑戦的萌芽研究の支援。
2. 医療用の小型 ETCC 開発では文科省・JST の「革新的イノベーション創出プログラム:COI」による京

予定している BNCT 治療装置 + 診断 ETCC

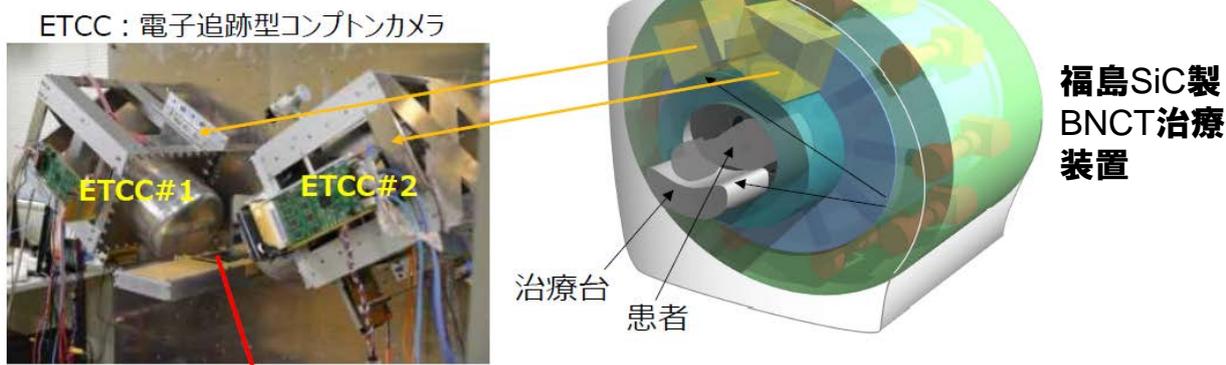


図2 京大 COI プロジェクトで開発された 3 次元撮像用 ETCC システムとこのシステムの発展バージョンを組み込んだ福島 SiC 社の BNCT 治療・診断装置の想像図。

大 COI STREAM 「活力ある生涯のための Last 5X イノベーション」の支援を受けています。